




PROTECTIVE COATING FOR SEMICONDUCTOR WAFER SUPPORT AND METHOD OF FORMING THE SAME

Patent number: JP2002050675 (A)
Publication date: 2002-02-15
Inventor(s): ROBERT WOO; JIAN DEINGU +
Applicant(s): APPLIED MATERIALS INC +
Classification:

Also published as:

 EP0635869 (A1)
 US5560780 (A)
 JP6326175 (A)

- **international:** **C23C4/10; H01L21/302; H01L21/3065; H01L21/683; C23C4/10; H01L21/02; H01L21/67;** (IPC1-7): C23C4/10; H01L21/3065; H01L21/68
- **european:** H01L21/683C
Application number: JP20010124515 20010423
Priority number(s): US19930052018 19930422

Abstract of JP 2002050675 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a protective coating for protecting a dielectric material used for electrostatic clamping of a semiconductor wafer use in an integrated circuit processing apparatus, which can strongly protect the protective coating physically and chemically.
SOLUTION: A protective coating 10 is made of aluminum compound, such as aluminum oxide or aluminum nitride and is set to have a thickness in a range of 1 to 30 microns which does not exceed 50% of the thickness of a dielectric material 20, so that the coating will not interfere with electrostatic charge necessary for clamping of a wafer 50 to a wafer support 40.



.....
Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-50675
(P2002-50675A)

(43)公開日 平成14年2月15日 (2002. 2. 15)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/68		H 0 1 L 21/68	R 4 K 0 3 1
C 2 3 C 4/10		C 2 3 C 4/10	5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/3065		H 0 1 L 21/302	B 5 F 0 3 1

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2001-124515(P2001-124515)
(62)分割の表示 特願平6-83487の分割
(22)出願日 平成6年4月21日(1994. 4. 21)

(31)優先権主張番号 08/052018
(32)優先日 平成5年4月22日(1993. 4. 22)
(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 390040660
アプライド マテリアルズ インコーポレ
イテッド
APPLIED MATERIALS, I
NCORPORATED
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95054 サンタ クララ パウアーズ ア
ベニュー 3050
(74)代理人 100088155
弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

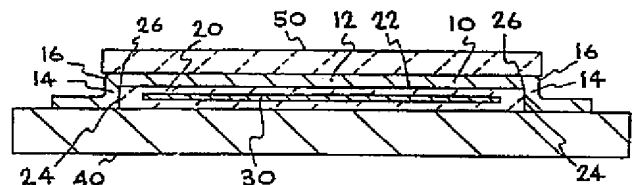
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体ウエハ用サポートの保護被覆とその形成方法。

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 集積回路処理装置において使用される半導体ウエハの静電氣的クランピングに使用される誘電材を保護する保護被覆に関し、物理的及び化学的に強固な保護被覆を実現することを目的とする。

【解決手段】 望ましい実施例においては、保護被覆10は、アルミニウム酸化物若しくは窒化アルミニウムのようなアルミニウム化合物を備え、そしてウエハ50をウエハサポート40へクランプするために要する静電荷を干渉することがないように、1から30ミクロンの範囲にあるが誘電材20の厚さの50%を越えないような厚さを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 侵食性ガスを用いる半導体処理チャンバ内で使用される、半導体ウエハを静電荷によりクランプならしめる金属製ウエハサポート上の誘電材の上部に配置された保護被覆であって、前記半導体ウエハを、静電荷により前記金属製ウエハサポートへクランプならしめるための所望の静電荷を確立することへの障害とならないように前記誘電材の上方に配置され、前記誘電材を侵食性ガスによる化学侵食から保護するための前記保護被覆。

【請求項 2】 前記保護被覆の熱膨張係数が、前記金属製ウエハサポートの熱膨張係数若しくは前記誘電材の熱膨張係数のいずれかの 5% を超えて変化しない、請求項 1 記載の保護被覆。

【請求項 3】 前記保護被覆の組成が、アルミニウム酸化物及び窒化アルミニウムからなる群より選択されるアルミニウム化合物を備える、請求項 1 記載の保護被覆。

【請求項 4】 前記保護被覆の厚さが、前記誘電材の 50% を超えない厚さであって約 3 ミクロンから 20 ミクロンの範囲である、請求項 1 記載の保護被覆。

【請求項 5】 コンフォーマルであってピンホールを含まない、請求項 1 記載の保護被覆。

【請求項 6】 約 $10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 乃至 $10^{20} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲の抵抗率を有し、前記半導体ウエハを把持する間は前記静電荷を均一な強度に保持し、前記ウエハが前記金属製ウエハサポートより除去される時には前記静電荷を開放することを可能ならしめる、請求項 1 記載の保護被覆。

【請求項 7】 前記金属製ウエハサポートが、アルミニウム又はアルミニウム合金を備える、請求項 1 記載の保護被覆。

【請求項 8】 前記誘電材がその内部に電極を有する、請求項 1 記載の保護被覆。

【請求項 9】 前記誘電材が高分子誘電材を備える、請求項 1 記載の保護被覆。

【請求項 10】 前記誘電材がポリイミドを備える、請求項 1 記載の保護被覆。

【請求項 11】 前記侵食性ガスが、酸素ガス又はフッ素含有ガスを含む、請求項 1 記載の保護被覆。

【請求項 12】 半導体ウエハを静電荷によりクランプならしめる金属製ウエハサポートと、前記金属製ウエハサポート上に配置された誘電材と、前記誘電材の内部に備えられた電極と、前記金属製ウエハサポート上の誘電材を覆う保護被膜と、を備える、半導体ウエハ用サポート。

【請求項 13】 前記保護被覆の熱膨張係数が、前記金属製ウエハサポートの熱膨張係数若しくは前記誘電材の熱膨張係数のいずれかの 5% を超えて変化しない、請求項 12 記載の半導体ウエハ用サポート。

【請求項 14】 半導体処理チャンバ内で使用される、ペDESTAL とフィンガーとを備えたクランピング機構に

保持された、請求項 12 又は 13 に記載の半導体ウエハ用サポート。

【請求項 15】 侵食性ガスを用いる半導体処理チャンバ内で使用される、半導体ウエハを静電荷によりクランプならしめる半導体ウエハ用サポートの保護被覆を形成する方法であって、

堆積チャンバ内に、誘電材を上部に有する金属製ウエハサポートを置くステップ、

前記金属製ウエハサポートの誘電材の上部にわたって、保護被覆を堆積するステップ、を備える方法。

【請求項 16】 前記保護被覆が、イオンアシスト蒸着処理と、プラズマスプレー処理と、CVD 処理とからなる群より選択される堆積工程により形成される、請求項 15 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、誘電層の上方に形成された保護被覆に関する。この保護被覆は、集積回路処理装置において半導体ウエハをウエハサポートへ静電的にクランピングすることに用いられ、化学物質の侵食から上記誘電層を保護する。並びに本発明は、誘電層を保護する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 集積回路の構造をウエハに形成するための、気密チャンバー内の半導体ウエハの処理 (processing) においては、半導体ウエハはチャンバー内のウエハサポート上に通常置かれる。ウエハをサポートに固定させるために、並びに特に処理におけるウエハの動き (垂直方向であれ左右方向であれ) を防ぐためには、ウエハを下方の (underlying) サポートへ物理的にクランプするのが通例であった。

【0003】 しかし最近では、ウエハをサポートに固定させるための機械力の使用に伴い経験されてきた様々な問題、例えば粒子の形成、機械応力、エッチプロファイル (etch profiles) 等のために、ウエハをサポートに固定するための他の方法が研究され、採用されてきた。

【0004】 静電クランピングと一般に呼ばれるこのようなウエハ固定手段の 1 つは、ウエハに面する金属製ウエハサポートの部分の上方、即ちウエハの下表面と下方の金属製ウエハサポートの対向面 (facing surface) との間に形成された誘電材の表面における静電荷を利用している。例えば、このような静電クランプは、Abe の米国特許 4,384,918 号；日本国特許公報 2-27748 号、及び Jpn. Journal of Applied Physics, Vol. 31 (1992) 2145-2150 ページの Watanabe らによる「アルミナ静電チャックの静電力及び吸収電流」に記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 静電クランピングを利用した、ウエハ固定のこの形式は、ウエハのウエハサ

ートに対する機械的クランピングにおいて直面されたそれ以前の問題を取り除くことに好結果であることを証明したが、腐食の問題に直面した。その理由は、ウエハをウエハサポートに固定するための静電クランピングの使用においては最も満足な性能を与える誘電材は、チャンパーにおける半導体ウエハの処理において用いられるある種の化学物質に対して十分な耐性を示さないからである。

【0006】特に、金属ウエハサポートの最上面(top surface)に誘電材としてポリイミド材料が具備された場合、ポリイミド材料はエッチング後のチャンパーの自然洗浄(in situ cleaning)に用いられるO₂ガスによる化学侵食を受けやすい、ということが見出された。ポリイミド材料はまた、O₂侵食の受けやすさよりも程度は少ないものの、同様にフッ素含有ガスによる化学侵食も受けやすい、ということも見出された。

【0007】そのため、半導体ウエハをウエハサポートへ静電クランプする目的で金属ウエハサポートの表面上に形成される誘電材へ、化学侵食に対する保護を誘電材の表面上の静電荷に障害なく提供することが望ましいだろう。

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用】この発明は、ウエハサポートに半導体ウエハを静電的にクランプする分野の改良を含み、これは当該ウエハに面する表面上に形成された誘電材を有する。ここで、この改良は、半導体ウエハの処理において用いられる化学物質による化学侵食に対しての誘電材の保護を提供するために誘電材表面上に形成される保護被膜を備える；更に本発明は、処理において垂直若しくは左右にウエハが動くことなくウエハサポートへウエハを固定するために、ウエハに面する被覆されたウエハサポート上の十分な静電荷の形成について障害のないような方法で誘電材の上に保護層を形成することにより、その誘電材を保護する方法を備える。

【0009】

【実施例】この発明は、ウエハをウエハサポートへ静電的にクランプするために、半導体ウエハ処理装置においてウエハサポートへ供給される誘電材の上方に形成される保護被覆を備える。また、ウエハサポートに対するウエハの所望の静電クランピングに障害なく誘電材の上方に保護被覆を形成する方法を備える。

【0010】保護されるべき誘電材は、所望の静電荷を蓄積するために導電面の上方に形成される非導電性材料を備えていてもよい。しかし、この発明は、例えばポリイミドのような高分子誘電材に特に向いているが、それは、そのような材料は良好な誘電材を形成するが、ウエハ上の集積回路構造の形成に用いられる処理によって侵食されるからである。

【0011】誘電材の上方に形成される保護被覆は、半導体ウエハの処理に用いられる化学物質による化学侵食

に対し誘電材に所望の保護を、誘電材により提供される所望の静電クランピングの障害とならずに提供できる材料を備えることが根本的に必要である。この保護材料はまた、半導体ウエハ上の集積回路構造の形成の過程の中でウエハサポートが入れられる装置内で行われる種々の処理と適合(compatible)すべきであり、例えば、半導体ウエハの処理に用いられる化学物質と反応せず又はこの化学物質の障害にならないということである。

【0012】誘電材の上方に形成される保護被覆は、ウエハに面する誘電材表面上に所望の静電荷を確立することへの障害とならないようにやや薄くしなければならない。この静電荷の保持力の強度は、誘電材の厚さの自乗に反比例することがわかっている。誘電層の上方の表面に形成される静電荷の障害となるほどに保護層を厚くしないことを保証するため、一般に、保護被覆の厚さは保護される誘電材の厚さの約50%を越えるべきではなく、望ましくは誘電材の約10%を越えるべきではない。所望の化学的保護を与えるためには、保護被覆は通常30ミクロンを越える必要はなく、望ましくは保護被覆は約10ミクロンを越えないだろう。

【0013】所望の化学的な保護、及び下方の誘電材から被覆を貫く静電荷強度の均一性の双方のために、保護被覆はまた厚さにおいて均一であるべきである。更に、この被覆は、ウエハサポート及びその上にある誘電材の上方のみならず角部(corners)においても同様に、被覆厚さの均一性に関してコンフォーマル(conformal)であるべきである。ここで厚さの均一性とは、与えられた保護被覆の厚さが、典型的な9点測定パターンを用いて、平均厚さより+/-約5%を越えて変化しないことを意味する。保護被覆層の厚さにおける所望の均一性を達するために、必要ならば、下方の誘電材の角部の鋭度(the sharpness of the corner)は所望により丸くするか傾斜させてもよいことに留意すべきである。

【0014】上述したように、保護被覆は、半導体ウエハの処理に用いられるエッチング材のような処理材料による化学的侵食に対して耐性を持たなければならない。特に、この保護層は、O₂含有エッチャント若しくはフッ素含有エッチャントの如きエッチャントによる侵食から下方の誘電材に対する保護を提供できなければならない。一般に、少なくとも約1ミクロン、望ましくは約3ミクロンの保護被覆の最小厚みは、下方の誘電材への所望の保護の程度を提供する十分な厚さを保証するであろう。しかし、保護被覆の最小かつ均一な厚さのみが必要ということではなく、保護被覆にいかなるピンホールや開口も不在であることもまた必要である。ここでピンホールの不在とは、走査電子顕微鏡(SEM)による保護層の試験でピンホールが1つも目視されないことを意味する。

【0015】保護被覆の更なる要件として、下方の誘電材のクラックや機械応力の誘発(inducement)を回避す

るため、保護被覆の熱膨張係数は誘電材及び誘電材が形成される金属サポートとの両方と、摂氏約150度の温度まで十分に調和するか若しくは適合していなければならない。ここで「十分に調和」とは、保護被覆の熱膨張係数が前記ウエハサポートの熱膨張係数又は上記誘電材の熱膨張係数より約20%を越えて変化しないことを意味する。

【0016】保護被覆はまた、通常の半導体ウエハ処理において通常に遭遇するかも知れないどのような粒子による浸透に対しても耐えるよう十分物理的に強固でなければならない。すなわち、軟らかくそれゆえ粒子浸透を受けやすいであろう誘電材に対しての機械的保護を保護被覆が提供できなければならないということである。ウエハサポートへの誘電材の形成及びその結果としてのウエハサポート上への静電荷の形成は、直ちに発明のいかなる部分をも構成することはないが、金属製の電極を供給し誘電材へ埋め込むことは、誘電材の表面上に所望の静電荷を形成する一つの方法である。もし粒子が誘電材の中に十分に浸透しこの埋設された電極に接触すれば、所望の静電荷の形成は妨害されてしまうだろう。従って当該保護被覆は、所望の化学的保護を提供することと同様に、このような浸透に対しての機械的保護を与えることができるべきである。

【0017】最後に、保護被覆は、ウエハがウエハサポートより取り除かれるとき静電荷を開放せしめるよう十分に導電性であるべきだが、ウエハサポートへのウエハのクランピング若しくはチャッキングにおいて表面の静電荷を保持するよう十分に絶縁性でもあるべきである。約 10^{13} オーム・センチメートル(Ωcm)から約 $10^{20}\Omega\text{cm}$ の範囲にある抵抗率を持つ保護材料は、導電率対抵抗率の見地から通常満足されることが見出されるであろう。

【0018】誘電材を上に乗せた金属製のウエハサポートがアルミニウム材料を備える場合、アルミニウム酸化物(例えば Al_2O_3)若しくは窒化アルミニウム(AlN)のような無機アルミニウム化合物であって、約3ミクロンから約30ミクロンの範囲の厚さ、望ましくは約3ミクロン乃至約20ミクロンの厚さであり、誘電材の厚さの約50%を越えないような厚さに形成された上記無機アルミニウム化合物は、上記要件の全てに合致するであろうことが見出されている。

【0019】この保護層は、イオンアシスト(E-beam)蒸着処理、若しくはプラズマスプレー処理、若しくはCVD処理のような堆積処理により、誘電材の上方及び露出したウエハサポート表面の上方に形成されるだろう。望ましくは、保護被覆の堆積の間、ウエハサポート及びその上の誘電材は保護材料源の上の方に配置され若しくは位置され、保護材料の堆積の間誘電材及び/若しくはウエハサポートへのいかなる粒子の堆積をも防止し若しくは少なくとも抑制する。

【0020】例示して説明すれば、そして限定するものではないが、イオンアシスト蒸着処理がウエハサポート及びその上の誘電材の上方に保護被覆を堆積することに用いられる場合、ビーム出力は数キロワット(kW)であろう。被覆されるウエハサポートは、ビームによって蒸発される被覆源から約20インチ(inches)に配置されればよい。温度は室温から約150度の範囲にあればよい。圧力はできるだけ低く、望ましくは約0.1から約1トール(Torr)の範囲にあればよい。そして、時間は、温度及びビーム出力のレベルにより、約1から約24時間まで変化すればよい。

【0021】さて図1を参照すれば、その発明の保護被覆は10に示され、それは誘電材20の露出した表面を覆っており、その誘電材20は電極30をその中に持ち誘電材20の表面における静電荷の所望の発生を支援する。誘電材20は、順に、金属性のウエハサポート40の表面に固定され、そのウエハサポート40は通常アルミニウムを、又はアルミニウム合金即ち少なくとも約50%以上アルミニウムを含んだ合金を備えているだろう。その構造は、例示の目的のためだけに、ウエハ50をそれらの上に持つよう更に示されるが、保護被覆10が誘電材20及び金属製のウエハサポート40の上方に形成されている間はウエハはそこにはないと理解されよう。この図に示される材料の相対的な厚さは、例示の目的だけのために誇張された幾つかの材料の厚さと比率がとれていないと理解されよう。

【0022】前述したように、保護被覆10は、誘電材20の表面を覆うコンフォーマルな被覆の形成が可能である材料を備えるべきである。特に、ウエハ50が誘電材20の静電荷によって接着することになる誘電材20の平坦な表面22の上方に形成されている保護被覆10の部分12は、誘電材20の先端24の上に形成された保護被覆の部分14及び誘電材20のコーナー26の上に形成された保護被覆16と、ほぼ同じ厚さであるべきである。保護被覆材料10による誘電材20のこのコンフォーマルな被覆は、ウエハ50が接する表面に亘る静電荷の均一な電荷分布を可能ならしめるだけでなく、所望の化学的保護の均一性を結果として生じるだろう。

【0023】さて図2を参照すれば、誘電材20及び金属製のウエハサポート40への保護被覆10の形成に用いられる典型的な装置100が例示されている。例示された実施例においては、装置100はイオンアシスト(E-beam)型堆積装置を備え、この堆積装置は、クランピング機構120をその中に持つ堆積チャンバー110を有し、このクランピング機構120はクランピングフィンガー124をもつベDESTAL126を備え、このクランピングフィンガー124は誘電材20で覆われていない金属製ウエハサポート40の周辺部と係合し、ベDESTAL126に対してウエハサポート40を押しつけるだろう。望ましくは、図示したように、クラン

ピング機構120はチャンバー110の頂点に隣接して配置され若しくは位置され、前述のように、誘電材20の上へのいかなる粒子の堆積をも回避するだろう。

【0024】例示したるつぼ(crucible)130のような収納容器はチャンバー110の底部に隣接して配置され、その中に保護材料、例えば Al_2O_3 若しくは AlN 、が入入れられ、この保護材料は誘電材20及び金属製ウエハサポート40の露出した表面に被覆される。荷電粒子ビーム源(a charged particle beam source)140もまたチャンバー110の底部に据えられて図示され、この荷電粒子ビーム源140から電子若しくはイオンビーム144が発生され、チャンバー110内に照射される。この例示された実施例においては、チャンバー110内の磁気偏向手段150がビーム144をるつぼ130に向かって偏向し、そしてその中にある保護材料を叩き蒸発させる。

【0025】例示すれば、直径196ミリメートル(mm)のアルミニウム製ウエハサポートであって、その上に形成された50マイクロメートル(μm)の厚さのポリイミド層を有するウエハサポートは、この発明に従い、4 μm の厚さの酸化アルミニウムの保護被覆で被覆された。摂氏約100度の温度及び約 10^{-5} トールの圧力に維持されたチャンバーにおいて、ウエハサポート及びその上の誘電材より20インチ下に置かれたるつぼから蒸発した酸化アルミニウムにより、酸化アルミニウム被覆が堆積された。酸化アルミニウムは、約1.5kWの出力レベルにおけるイオンビームを用いて約12時間の間るつぼより蒸発され誘電材の上に被覆された。

【0026】この結果として形成された酸化アルミニウム保護被覆はSEMによるピンホール試験を受けたが、ピンホールは1つも見つけられなかった。ウエハサポート及び誘電材の上方に堆積された被覆をテストするために、この構造体は約8時間平均温度約90度の O_2 ガスプラズマ下に暴露された。この構造体はその後、下方のポリイミド誘電材への化学侵食に対する試験を受けた。化学侵食は何も見つけられなかった。

【0027】保護被覆の均一性は、ダミーコーティング(実際のポリイミド層上ではないものへの被覆)を用いて、光学干渉計であるオブティカルナノスペック(optical nanospec)によって測定され、最も厚い部分から最も薄い部分までの厚さの変化は約2-3%以下であることが見出された。

【0028】この保護被覆を更にテストするため、エッチチャンバーに据えられウエハに面した表面に固定された誘電材を有する半導体ウエハサポートに、数多くの半

導体ウエハが連続的に静電クランプされた。このウエハサポートは、この発明に従い、誘電材の上の保護被覆を備えていた。12枚のウエハに通常の酸素エッチングを実施した後各ウエハは試験され、そしてエッチングの間に動かなかったことが見出され、静電クランプは誘電材を覆う保護被覆の形成によって不利に影響されなかったことを示した。そしてこのウエハサポート上の保護被覆は、この処理の後いかなるクラッキングの兆候もないかを更に試験されたが、この兆候は、この保護被覆及び下方の誘電材及びウエハサポートの間の熱的不整合を示すものである。一つの兆候も見出されなかった。保護された誘電材への粒子の衝突によるダメージの兆候もまた存在しなかった。最後に、このウエハサポート上の誘電材は化学侵食の兆候について試験されたが、一つの兆候も見出されなかった。

【0029】

【発明の効果】以上のように、この発明は、静電クランプが利用できる改良されたウエハサポートを提供し、静電クランプに利用される静電荷と関連してウエハサポート上に形成された誘電材は、半導体ウエハの処理において用いられる化学物質による化学侵食からウエハの静電クランプを損ねない方法で保護される。

【図面の簡単な説明】

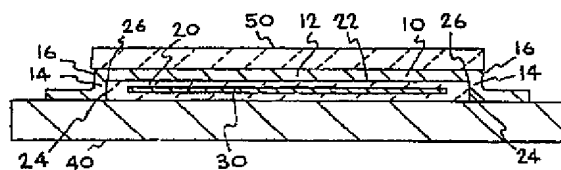
【図1】図1は、ウエハサポートの垂直断面図であり、本発明による、ウエハサポート表面の上に形成された誘電層及び露出した誘電層表面に形成された保護層を示す。

【図2】図2は、ウエハサポート上の誘電層の上に被覆される保護層の形成に用いられる装置の側面の絵画図である。

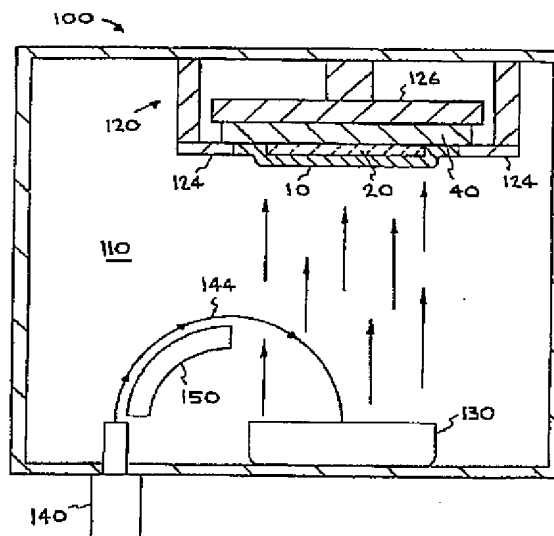
【符号の説明】

10…保護被覆、12…保護被覆における誘電材の平坦な部分の上に形成された部分、14…保護被覆における誘電材の末端の上に形成された部分、16…保護被覆における誘電材の角部の上に形成された部分、20…誘電材、22…誘電材における平坦な部分、24…誘電材における末端部分、26…誘電材における角部、30…電極、40…ウエハサポート、50…ウエハ、100…保護被覆の形成に用いられる典型的な装置、110…チャンバー、120…クランプ機構、124…クランプフィンガー、126…ペDESTAL、130…るつぼ、140…荷電粒子ビーム源、144…荷電粒子ビーム源より発生する電子若しくはイオンビーム、150…磁気偏向手段。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 ロバート ウー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
94566, プレザントン, パセオ グラ
ナダ 3112

(72)発明者 ジリアン ディング
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
95129, サン ノゼ, グレン ハイヴ
ェン ドライヴ 1337

Fターム(参考) 4K031 AA06 CB43 CB46 DA04
5F004 BA00 BB18 BB22 BB30
5F031 CA02 HA02 HA03 HA16 MA32